

budgetary educational institution (FSBEI) of higher education (HE) «Don State Technical University»; house 1, Gagarin square, Rostov-on-Don city, Rostov Region, Russian Federation, 344000; e-mail: vasiliskvet@yandex.ru

Kostenko Victoria Vladimirovna, Head of the apes department of the Rostov-on-Don Zoo; house 3, Zoologicheskaya str., Rostov-on-Don city, Rostov Region, Russian Federation, 344039; e-mail: pongolin@mail.ru.

УДК 597.556.35-111(262.54)

Лезговка Н. А., Сергеева С. Г., Войкина А. В., Бугаев Л. А.

ДИНАМИКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ САМОК АЗОВСКОЙ КАМБАЛЫ-КАЛКАН *SCOPHTHALMUS MAEOTICUS TOROSUS* (RATHKE, 1837) В НАЧАЛЕ И КОНЦЕ НАГУЛЬНОГО ПЕРИОДА

Ключевые слова: азовская камбала-калкан *Scophthalmus maeoticus torosus*, сыворотка крови, общий белок, альбумин, глобулин, холестерин, триглицериды, посленерестовый период, нагульный период.

Резюме: Биологический материал для анализа собирался в ходе учетно-траловых съемок по Азовскому морю в июне и октябре 2018 г. Сроки взятия проб соответствовали постнерестовому и концу нагульного периодам. Определено количество общего белка, альбумина и глобулинов, холестерина и триглицеридов в сыворотке крови. Отмечена достаточно высокая неоднородность особей, в связи с этим определены интервалы оптимальных значений содержания исследуемых параметров. В постнерестовый период после значительных энергетических затрат на созревание ооцитов и процесс нереста содержание исследуемых компонентов сыворотки крови невысокое. В конце нагула содержание белка и триглицеридов увеличивается более чем в два раза, содержание холестерина, наоборот, незначительно уменьшается. Увеличение содержания белка происходит в основном за счет альбумина, который в последующем в большом количестве расходуется на созревание гонад. Низкое содержание глобулинов в белковой фракции свидетельствует об их недостаточном синтезе и снижении защитных адаптаций организма рыб в нерестовый период. К концу нагула процессы белкового роста по интенсивности несколько снижаются, уступая процессам жиронакопления, о чем свидетельствует увеличение более чем в три раза содержания жира в мышечной ткани. Показанное отличие в содержании изученных показателей от других видов рыб обусловлено разницей в пищевой обеспеченности камбалы и скоростью метаболизма, но в целом результаты согласуются с физиологическими нормами для рыб.

Введение

Достаточно информативным индикатором состояния организма является кровь, биохимический состав которой чутко реагирует на воздействие факторов среды [1]. Кровь выполняет многообразные физиологические функции, к числу которых относятся питательная (трофическая), дыхательная, выделительная, регулятор-

ная и защитная. Будучи внутренней средой организма, она содержит в плазме белки, углеводы, липиды и другие вещества, играющие большую роль в энергетическом и пластическом обмене, в создании защитных свойств. Биохимическая характеристика крови различна у разных видов в связи с систематическим положением, особенностями среды обитания и образа жизни. У

особей внутри одного вида эти показатели колеблются в зависимости от сезона года, условий содержания, возраста, пола, состояния особей. В особенности значительных внутренних ресурсов организма требует репродуктивный процесс, при созревании половых продуктов происходит перераспределение энергетического и пластического материала и, соответственно, изменение интенсивности процессов кровообращения [2]. После нереста рыбы начинают активно питаться, происходит накопление энергии в виде липидов и белков. Поэтому нагульный период – основополагающий момент в жизненном цикле рыб.

Для понимания особенностей экологии разных видов рыб и механизмов их адаптаций к природным и антропогенным факторам крайне важно изучение параметров жизнедеятельности и метаболических реакций, играющих ключевую роль в поддержании «благополучия» как отдельно взятой особи, так и вида в целом, а также определение диапазона изменений ряда информативных показателей гомеостаза организма. Для человека и многих сельскохозяйственных животных известны «клиническая норма» или так называемые «показатели здоровья». В природных популяциях рыб гематологические и клинико-патологические показатели варьируют в значительных пределах [3, 4, 5].

Цель настоящей работ – исследовать содержание белковых и липидных компонентов сыворотки крови азовской камбалы-калкан в летне-осенний период в начале и конце нагула.

В соответствии с целью исследования были поставлены следующие задачи: определить количество и диапазон изменения общего белка (и его компонентов альбумина и глобулина), холестерина и триглицеридов, веществ, характеризующих трофическую составляющую крови.

Материалы и методы исследований

Отбор биологического материала был проведен в учетно-траловых съемках по Азовскому морю в июне и октябре 2018 г. Была исследована азовская камбала-калкан *Scophthalmus maeoticus torosus* (Rathke, 1837). Для анализа использованы 50 самок в возрасте 4–7 лет.

Каждую особь измеряли и взвешивали для расчета коэффициента упитанности по Фультону ($K_y = M/L^3 \cdot 100$, где M – масса рыбы, г; L – длина рыбы). Затем каждую рыбу подвергали макроскопическому исследованию для выявления внешних и внутрен-

них аномалий или поражений. Кровь для дальнейших исследований брали шприцем из каудальной артерии и помещали в сухую пробирку. Кровь центрифугировали в течение 15 мин при 4500 об/мин, полученную сыворотку хранили при -18°C . После забора крови рыбу вскрывали, выделяли печень и гонады, взвешивали их для расчета гепатосоматического индекса ($M_{\text{печени}}/M_{\text{тела}} \cdot 100$) и гонадосоматического индекса ($M_{\text{гонад}}/M_{\text{тела}} \cdot 100$).

Сыворотку крови без следов гемолиза использовали для определения количества общего белка и его фракций альбумина и глобулина, холестерина, триглицеридов с помощью автоматического биохимического анализатора Stat Fax наборами реагентов компании Абрис+ (Санкт-Петербург).

Пробы мышц для анализов отбирали из боковой мышцы тела рыбы выше боковой линии. Содержание жира определяли по методу Сокслета.

Результаты исследований обработаны статистически и выражены в форме $M \pm m$ (средняя величина \pm ошибка средней). Расчеты производились с помощью программы Statistica для Windows версии 10.0, значение $p \leq 0,05$ считалось достоверным.

Особенности биологии объекта исследования. Популяция камбалы-калкан в Азовском море состоит в основном из 9-ти возрастных групп. Самки достигают половой зрелости в возрасте 3–6 лет. У камбалы, по сравнению с другими азовоморскими рыбами, высокая плодовитость. Массовое размножение отмечается с середины мая до первых чисел июня. В зависимости от возраста общая плодовитость азовской камбалы-калкан достигает 0,2–2,0 млн. штук икринок. После нереста начинается период активного нагула. В летний период азовская камбала-калкан лежит на дне, почти полностью зарывшись в песок. По типу питания камбала засадный хищник. Основу пищевого комка (около 70 %) составляют бычки (*Gobiidae*), в меньшей степени (порядка 27%) в содержимом желудков встречаются тюлька (*Clupeonellacultriventrtris*), хамса (*Engraulisencrasicolus*), атерина (*Atherinaboyeri*), а ракообразные и моллюски составляют незначительную часть рациона. Наиболее активный период питания – с конца июня по октябрь-ноябрь, в зависимости от температуры воды [6].

В таблице 1 приведены морфофизиологические показатели исследованных самок камбалы калкан.

Таблица 1. Морфофизиологические показатели исследованных самок камбалы-калкан

Возраст	Длина, см	Масса, г	Коэффициент упитанности	Индекс печени	Индекс гонад
Посленерестовый период (июнь)					
4+	26,5 ± 0,3	447 ± 16	2,40 ± 0,09	1,53 ± 0,16	-
5+	29 ± 0,1	669 ± 10	2,74 ± 0,05	1,55 ± 0,12	-
6+	32 ± 0,2	900 ± 21	2,75 ± 0,04	1,58 ± 0,10	-
Конец нагульного периода (октябрь)					
4+	26,0 ± 0,1	528 ± 3	3,0 ± 0,1	1,60 ± 0,25	1,36 ± 0,14
5+	28,3 ± 0,3	689 ± 62	3,03 ± 0,31	1,75 ± 0,42	1,45 ± 0,20
6+	30,2 ± 0,3	937 ± 54	3,37 ± 0,23	2,12 ± 0,17	1,72 ± 0,13
7+	34,0 ± 0,1	1100 ± 100	2,79 ± 0,29	2,35 ± 0,4	1,99 ± 0,18

Результаты и обсуждение

Белковый обмен. Содержание общего белка в сыворотке крови камбалы-калкан в посленерестовый период варьировало от 42,8 до 66,8 г/л при среднем значении $52,0 \pm 1,2$ г/л. Анализ данных позволил выделить значения этого показателя ниже 47,0 (10-ый перцентиль) и выше 55,2 (90-ый перцентиль), что дало возможность принять величины в этом интервале (47,0–55,2), как средние для данной выборки. Содержание альбумина варьировало от 30,4 до 66,8 г/л при среднем значении $34,3 \pm 0,8$ г/л, глобулина – от 11,3 до 24,6 г/л при среднем значении $17,4 \pm 0,9$ г/л. Средние величины их содержания находились в интервале 30,6–38,1 г/л и 14,0–22,0 г/л (таблица 2).

Анализ соотношения альбумина и гло-

булинов показал следующее. Относительное содержание альбумина у части особей камбалы-калкан после нереста значительно превышало содержание глобулинов. Белковый коэффициент для альбумина находился в интервале от 55,3 до 73,6 %, составляя в среднем $66,3 \pm 1,3$ %. Средние величины коэффициента составляли 55,4–72,3 %.

К концу периода активного нагула отмечались достоверные изменения уровней исследуемых компонентов сыворотки крови в сторону их увеличения (таблица 3). Содержание общего белка в сыворотке крови камбалы-калкан возросло более чем в 2 раза по сравнению со значениями, определенными в посленерестовый период. Его количество варьировало от 105,4 до

Таблица 2. Содержание белков в сыворотке крови камбалы-калкан в посленерестовый период и в конце нагульного периода

Показатель	Среднее значение	Минимум	Максимум	Процентиль 10,00	Процентиль 90,0	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
Посленерестовый период (июнь)							
Общий белок, г/л	52,0	42,8	66,8	47,0	55,2	4,9	9,35
Альбумин, г/л	34,3	30,4	44,8	30,6	38,1	3,4	9,83
Глобулин, г/л	17,4	11,3	24,6	14,0	22,0	3,8	21,90
Белковый коэффициент, %	66,3	55,3	73,6	55,4	72,3	5,5	8,30
Конец нагульного периода (октябрь)							
Общий белок, г/л	124,4	105,4	139,9	106,5	135,6	11,06	8,89
Альбумин, г/л	74,0	58,5	90,8	63,8	81,5	8,84	11,95
Глобулин, г/л	50,47	42,7	57,4	44,1	57,4	5,16	10,23
Белковый коэффициент, %	59,4	55,4	64,9	55,5	64,7	3,3	5,60

Таблица 3. t-критерий для показателей нагула камбалы-калкан

Показатели	Среднее значение посленерестовый период	Среднее значение нагульный период	t-критерий	p
Общий белок	52,0	124,4	24,51	0,00000
Альбумин	34,3	74,0	17,99	0,00000
Глобулин	17,65	20,5	20,06	0,00000
Белковый коэффициент	66,26	59,36	3,78	0,00072
Примечание: жирным шрифтом выделены достоверные различия				

139,9 г/л при среднем значении $124,4 \pm 3,3$ г/л. Средние величины его содержания для обследованной выборки входили в интервал 106,5 (10-ый процентиль) – 135,6 (90-ый процентиль). Содержание альбумина варьировало от 58,5 до 90,8 г/л при среднем значении $74,0 \pm 2,7$ г/л; глобулина – от 42,7 до 57,4 г/л при среднем значении $50,5 \pm 1,6$ г/л. Средние величины их содержания находились в интервале 63,8–81,5 г/л (10-ый процентиль) и 44,1–57,4 г/л (90-ый процентиль) (таблица 2). Белковый коэффициент уменьшился ($59,4 \pm 1,0$ %), что свидетельствует об увеличении синтеза глобулинов.

Липидный обмен. Содержание холестерина в сыворотке крови камбалы-калкан в посленерестовый период варьировало от 8,2 до 23,3 мМоль/л при среднем значении $15,7 \pm 1,9$ мМоль/л, триглицеридов – от 2,8 до 5,6 мМоль/л и $3,8 \pm 0,1$ мМоль/л, соответственно. При этом интервалы средних значений для холестерина составляли 9,6–22,6 мМоль/л, для триглицеридов – 2,9–5,6 мМоль/л.

В конце нагульного периода показатели липидного обмена камбалы имели разную тенденцию изменения. Содержание холестерина незначительно уменьшилось

(различия достоверные, $p < 0,05$). Его содержание в сыворотке крови варьировало от 7,0 до 19,0 мМоль/л при среднем значении $11,8 \pm 1,3$ мМоль/л, интервал средних значений для холестерина составил 7,6–17,5 мМоль/л. Содержание триглицеридов, наоборот, значительно увеличилось ($p < 0,001$) (таблица 4). Содержание триглицеридов в сыворотке крови варьировало от 4,8 до 9,2 мМоль/л при среднем значении $6,9 \pm 0,4$ мМоль/л, интервал средних значений для холестерина составил 5,8–8,4 мМоль/л.

Таким образом, нами выявлена большая амплитуда индивидуальных колебаний содержания исследуемых компонентов сыворотки крови, что, в частности, зависит от обеспеченности рыб пищей.

Концентрацию сывороточных белков относят к основным параметрам физиологического состояния, что связано с их разносторонними функциями в организме [7]. Белки крови обеспечивают оптимальную вязкость крови и водный баланс организма, являются резервом для построения тканевых белков, осуществляют перенос биологически активных веществ, участвуют в регуляции кислотно-щелочного равновесия.

Таблица 4. Содержание холестерина и триглицеридов в сыворотке крови камбалы-калкан в посленерестовый период и в конце нагульного периода

Показатели	Среднее значение	Минимум	Максимум	Процентиль 10,00	Процентиль 90,0	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
Посленерестовый период (июнь)							
Холестерин, мМоль/л	15,4	8,2	23,3	9,7	22,5	4,6	30,8
Триглицериды, мМоль/л	3,8	2,8	5,6	2,9	5,6	0,8	22,0
Конец нагульного периода (октябрь)							
Холестерин, мМоль/л	11,8	7,0	19,0	7,6	17,5	4,3	36,2
Триглицериды, мМоль/л	6,9	4,8	9,2	5,8	8,4	1,2	17,1

Таблица 5. t-критерий для показателей нагула камбалы-калкан

Показатели	Среднее значение (посленерестовый период)	Среднее значение (нагульный период)	t-критерий	p
Холестерин	15,4	11,8	2,106	0,048000
Триглицериды	3,6	6,9	8,71000	0,000000
Примечание: жирным шрифтом выделены достоверные различия				

весия, играют защитную роль [8, 9]. Период посленерестового нагула для многих рыб южных морей является стержнем процессов соматического роста и накопления энергетических резервов [10]. Об этом свидетельствует динамика накопления белков и триглицеридов у рыб разных экологических ниш. В нагульный период возрастает транспортная функция крови. Основным внешним фактором, определяющим состояние рыб в разные периоды жизненного цикла, является обеспеченность пищей [11]. Оптимальное количество белка и липидов в крови достигается только при хорошей кормовой обеспеченности.

В постнерестовый период, после значительных энергетических затрат на созревание ооцитов и процесс нереста, содержание белка в сыворотке крови камбалы-калкан составляло $52,0 \pm 1,2$ г/л. Наши данные согласуются с данными, полученными для самок камбалы тюрбо (*Psettamaxima L.*) из естественной популяции Балтийского моря, используемых в воспроизводстве в условиях установок замкнутого водоснабжения. Концентрация общего белка в сыворотке крови тюрбо была на достаточно высоком уровне – $54,2 \pm 4,7$ г/л [12]. Однако, по сравнению с другими рыбами, у азовской камбалы-калкан отмечаются более высокие значения этого показателя. К примеру, у осетровых рыб количество общего белка в крови достигало 20–30 г/л [13], в то время как у камбалы мы отмечали значения этого показателя не ниже 40 г/л. У пелагических хищников щуки и судака из рек Южного Урала этот показатель достигает 24,3 и 60,0 г/л соответственно [14]. У щуки и судака из Рыбинского водохранилища содержание белка в сыворотке крови было еще ниже – 15 и 23 г/л соответственно. В ряде работ физиологическая норма этого показателя для рыб определена в интервале 25–70 г/л [15, 16]. Такие различия в содержании общего белка могут быть объяснены особенностями адаптации камбалы-калкан к определенным условиям существования.

В посленерестовый период к моменту поимки наибольший процент особей был

с пустыми желудками и с первой-второй степенью наполнения, а с наполненным желудком процент рыб не превышал 20 %, следов жира на петлях кишечника не было. К концу осеннего нагула питание было интенсивным, более чем у половины обследованных рыб наполненность ЖКТ оценивалась в 4–5 баллов. В большинстве желудков камбалы были бычки, однако и тюлька, и хамса также являлись доминирующей группой пищевых объектов. Из данных таблицы 1 видно, что к концу нагульного периода отмечалось увеличение коэффициента упитанности и индекса печени у рыб всех исследованных возрастных групп, что свидетельствует о активном питании и накоплении энергетических веществ в теле рыб.

Так, особенностью биологии азовской камбалы-калкан является достаточно малоподвижный образ жизни в нагульный период. По характеру питания она засадный хищник, потребляющий высококалорийную беловую пищу. К тому же очень высокая плодовитость самок камбалы требует значительных энергетических ресурсов. К концу нагульного периода количество общего белка у камбалы-калкан по сравнению с посленерестовым периодом возросло более чем в 2 раза. Аналогичные результаты были получены для скорпены *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758), у которой уровень белка в сыворотке крови у рыб с полными желудками в 2 раза превышал значения этого показателя у голодных особей. В крови камбалы *Paralichthys olivaceus* также было установлено повышение содержания белка у накормленных особей по сравнению с голодающими [17]. Однако в литературе мы не встречали данные о рыбах, у которых содержание общего белка в сыворотке достигало таких величин.

В посленерестовый период происходит значительное увеличение концентрации сывороточных белков в основном за счет альбумина, который в последующем в большом количестве расходуется при созревании гонад. К концу нагула процессы белкового роста по интенсивности не-

сколько снижаются, уступая процессам жирионакопления. По нашим данным, у обследованных рыб в период после нереста содержание липидов в мышцах составляло $5,1 \pm 1,0$ %, а в конце нагула уже $15,9 \pm 1,8$ % на сухую массу, то есть, отмечено увеличение их содержания более чем в 3 раза.

По соотношению белковых фракций альбумина: глобулины (белковый коэффициент 1,24–1,85) кровь камбалы-калкан приближается к крови человека, где это соотношение близко к 1,6–1,8. К примеру, у самок карася серебряного и судака, отловленных в дельте р. Волга, это соотношение близко к единице [1]. Поскольку защитные соединения, присутствующие в сыворотке крови, имеют белковую природу, можно предположить, что отмеченное нами доминирование количества альбуминов над глобулинами может свидетельствовать о недостаточном синтезе глобулинов и снижении защитных адаптаций организма рыб в нерестовый период [5]. Состав глобулинов включает в себя более 60-ти различных белков, в том числе гамма-глобулины и гликопротеины. Камбала, ведущая оседлый донный образ жизни в большей степени, чем другие виды рыб, испытывает на себе воздействие негативных факторов среды. Мониторинговые исследования, проводимые в течение многих лет в Азовском море, показали, что в современный период значения таких биомаркеров загрязнения, как CYP, ECOD, EROD, GST, у азовской камбалы-калкан показывают повышенную индукцию в печени рыб ферментов детоксикации, что свидетельствует о поступлении в организм по пищевой цепи таких ксенобиотиков, как нефтепродукты, полиароматические углеводороды, пестициды и полихлорбифенилы. Свыше четверти рыб в популяциях камбалы-калкан имели значения биомаркеров, свидетельствующих о сдвиге метаболизма и генеративного качества. Действие загрязнения на рыб отмечалось практически на всех исследованных частях азовского ареала [18, 19].

Концентрация липидов в сыворотке крови также имеет большое значение для выяснения влияния различных факторов на обменные процессы в организме рыб. Их динамика характеризует интенсивность липидного обмена, особенно в процессе развития половых продуктов [20]. Резкое увеличение содержания холестерина и триглицеридов в сыворотке самок многих видов рыб происходит в период созревания ооцитов. Это объясняется

тем, что в процессе генеративного синтеза происходит физиологическая перестройка организма, что находит выражение в усилении транспорта кровью липидных компонентов. После нереста содержание липидов в крови значительно снижается. В посленерестовый период содержание холестерина в сыворотке крови у обследованной камбалы-калкан составляло $15,7 \pm 1,9$ ммоль/л, а в конце нагульного периода снизилось до $11,8 \pm 1,3$ ммоль/л. Полученные данные превышают значения физиологической «нормы» (7,5–10,5 ммоль/л), определенной для рыб в работах А. А. Кудрявцева (1969) [15]. Для других видов рыб с разными экологическими особенностями, отмечается такая же динамика этого показателя. Так, у самок черноморской скорпены, активного хищника, также ведущей донный образ жизни, как и камбалы-калкан, содержание холестерина после нереста составляло 27,0 ммоль/л, а у самок с гонадами II-III в нагульный период – 8,8–12,7 ммоль/л. У самок черноморской ставриды, активного пелагического хищника, значения этого показателя составляли соответственно 22,3 и 10,5 ммоль/л. [20]. Для обитающих в пресной воде леща, который питается в основном наддонными и донными ракообразными, и для хищного судака содержание холестерина достигает 3,5 и 8,7 ммоль/л соответственно [14].

У другого показателя липидного обмена – триглицеридов – также происходит снижение содержания в крови после нереста, однако в период активного нагула, в отличие от холестерина, его содержание значительно увеличивается. В посленерестовый период содержание триглицеридов в сыворотке крови обследованной камбалы-калкан составляло $3,8 \pm 0,1$ ммоль/л, а в конце нагульного периода увеличилось до $6,9 \pm 0,4$ ммоль/л. Аналогичная картина отмечалась у самок скорпены (0,53–0,87 ммоль/л) и ставриды (2,53–6,62 ммоль/л) [21]. Отличия в количественном содержании исследуемых компонентов липидов у камбалы-калкан с литературными данными могут быть связаны с различной функциональной активностью обследованных рыб. А увеличение содержания триглицеридов свидетельствует об интенсивном накоплении липидов в ходе активного нагула рыб.

Заключение

По результатам исследования 2018 г. было выявлено, что у азовской камбалы-калкан отмечена достаточно высокая не-

однородность особей по содержанию исследуемых показателей, являющаяся причиной большого размаха вариации. Анализ полученных результатов позволил определить интервалы оптимальных значений белковых и липидных компонентов крови, содержание которых в основном зависит от накормленности рыб. Показано, что в конце нагула содержание белка и триглицеридов увеличивается более чем в два раза, содержание холестерина, наоборот, незначительно уменьшается. Возможно, что отличие в содержании исследуемых

показателей от других видов рыб обусловлено разницей в пищевой обеспеченности этого вида и скоростью метаболизма, но в целом результаты согласуются с физиологическими нормами для рыб. Полученные данные позволяют оценить качественное состояние азовской камбалы-калкан в период нагула как удовлетворительное. Высокое содержание белков и липидов в сыворотке крови свидетельствует о достаточной обеспеченности камбалы-калкан пищей.

Библиографический список:

1. Гулиев Р.А. Некоторые биохимические показатели крови рыб дельты Волги / Р.А. Гулиев, Э. И. Мелякина // *Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство.* – 2014. – № 2. – С. 85–91.
2. Shulman G. E. The Biochemical Ecology and Marine Fishes / G. E. Shulman, R. M. Love // *Adv. Mar. Biol.* – London: Academic press. – 1999. – 36. – 347 p.
3. Haman K. H. Baseline health parameters and species comparisons among free-ranging atlanticsharpnose (*Rhizoprionodenterraeonovae*), bonnethead (*Sphyrna tiburo*), and spiny dogfish (*Squalus acanthias*) sharks in Georgia, Florida, and Washington, USA / K. H. Haman, T. M. Norton, A. C. Thomas // *Journal of Wildlife Diseases.* – 2012. – Vol. 48. – №. 2. – P. 295–306.
4. Fazio F. Comparative study of the biochemical and haematological parameters of four wild Tyrrhenian fish species / F. Fazio, S. Marafioti, F. Arfuso // *Veterinari Medicina.* – 2013. – Vol. 58. – №. 1. – P. 576–581.
5. Строганов Н. С. Экологическая физиология рыб / Н. С. Строганов. – М.: Из-во МГУ, 1963. – Т. 1. – 444 с.
6. Надолинский В. П. Камбалы Азово-Черноморского бассейна (*Bothidae*, *Scophthalmidae*, *Pleuronectidae*, *Soleidae*) / В. П. Надолинский, В. А. Шляхов, У.Н. Александрова // *Вопросы рыболовства.* – 2018. – Т. 19. – № 4. – С. 424–444.
7. Лапирова Т. Б. Сравнительный анализ иммунофизиологических параметров крови щуки *Esox lucius L.* и судака *Stizostedion lucioperca L.* / Т. Б. Лапирова, Е. А. Флерова // *Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство.* – 2013. – № 1. – С. 140–145.
8. Кудрявцев А. А. Гематология животных и рыб / А. А. Кудрявцев, Л. А. Кудрявцева, Т. И. Привольнев. – М.: Колос, 1969. – 320 с.
9. Яржомбек А. А. Справочник по физиологии рыб / А. А. Яржомбек. – М.: Агропромиздат, 1986. – 428 с.
10. Шульман Г. Е. Принципы физиолого-биохимических исследований годовых циклов рыб / Г. Е. Шульман // *Биология моря.* Физиологические особенности водных животных в связи с температурой среды обитания. – Киев: Наукова думка, – 1978. – Вып. 46. – С. 90–100.
11. Никольский Г. В. О зональности продукционного процесса и биотических отношениях в водоемах / Никольский Г. В. // *Зоол. Журнал.* – 1967. – Вып. 4. – С. 473–474.
12. Аминова В. А. Гематологическая характеристика производителей камбалы горбы (Psettamaxima L.) / В. А. Аминова, Г. Г. Серпунин, Л. В. Савина,

- Е. В. Сементина // *Рыбное хозяйство.* – 2012. – № 6. – С. 54–56.
13. Металлов Г. Ф. Многолетний мониторинг физиологического состояния основных видов каспийских осетровых рыб / Г. Ф. Металлов, П. П. Гераскин, В. П. Аксёнов, О. А. Левина // *Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство.* – 2016. – № 1. – С. 88–95.
14. Курамшина Н. Г. Эколого-физиологическая характеристика рыб малых рек Южного Урала / Н. Г. Курамшина, Э. Э. Нуртдинова, А. Д. Назыров, Г. Д. Виноградов, А. Ю. Матвеева, О. В. Богатов // *Вестник Оренбургского государственного университета.* – 2015. – № 4 (179). – С. 240–243.
15. Кудрявцев А. А. Гематология животных и рыб / А. А. Кудрявцев, Л. А. Кудрявцева, Т. И. Привольнев. – М.: Колос, 1969. – 320 с.
16. Аминова Ф. А. Биоаккумуляция тяжелых металлов (Cu, Cd, Zn, Pb) в мышцах и органах плотвы (*Rutilus rutilus*) / Ф. А. Аминова, Н. Г. Курамшина // *IV международная НПК «Актуальные экологические проблемы».* Сборник научных трудов. – Уфа: изд-во БирГСПА. – 2009. – С. 7–8.
17. Park I.-S. Hematological responses, survival and respiratory exchange in the olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, during starvation / I.-S. Park, J. W. Hur, J. W. Choi // *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* – 2012. – Vol. 25. – N 9. – P. 1276–1284.
18. Корниенко Г. Г. Экологические аспекты биологии и репродукции / Г. Г. Корниенко, А. А. Кожин, С. П. Воловик, Э. В. Макаров // – Ростов-на-Дону: Эверест, 1998. – 238 с.
19. Корниенко Г. Г. Физиолого-биохимическая характеристика рыб Азово-Черноморского бассейна в условиях современной антропогенной нагрузки / Г. Г. Корниенко, С. И. Дудкин, С. Г. Сергеева, Л. П. Ружинская, Н. И. Цема, Л. А. Бугаев, А. В. Войкина // *Вестник Камчатского государственного технического университета.* – 2017. – Вып. 40. – С. 58–67.
20. Щепкин В. Я. Липидный состав сыворотки крови и гонад ставриды и скорпены в период созревания половых продуктов и нереста / В. Я. Щепкин, Т. Г. Сигаева // *Биология моря.* Республиканский межведомственный сборник Киев: Наукова думка. – 1978. – Вып. 46. – С. 107–112.
21. Кузьминова Н. С. Современные сведения о питании и пищеварении черноморской скорпены (*Scograenarogus L.*) / Н. С. Кузьминова, И. И. Чеснокова, С. В. Архипова // *Журнал «Экосистема».* Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского. – 2017. – Вып. 10 (40). – С. 52–63.

References:

1. Guliev R. A. Nekotorye biohimicheskie pokazateli krvi ryby delty Volgi [Some biochemical blood

- parameters of fish of the Volga delta] / R. A. Guliev, E. I. Melyakina // *Vestnik AGTU. Ser.: Rybnoe*

- hozyaystvo. – 2014. – # 2. – S. 85–91.
2–4. Vide supra.
5. Stroganov N. S. Ekologicheskaya fiziologiya ryib [Ecological physiology of fish] / N. S. Stroganov. – M.: Iz-vo MGU, 1963. – T. 1. – 444 s.
 6. Nadolinskiy V. P. Kambalyi Azovo-Chernomorskogo basseyna (Bothidae, Scophthalmidae, Pleuronectidae, Soleidae) [Flounders of the Azov-Black Sea basin (Bothidae, Scophthalmidae, Pleuronectidae, Soleidae)] / V. P. Nadolinskiy, V. A. Shlyahov, U. N. Aleksandrova // Voprosy rybolovstva. – 2018. – T. 19. – # 4. – S. 424–444.
 7. Lapirova T. B. Sravnitelnyy analiz immunofiziologicheskikh parametrov krovi schuki *Esox lucius L.* i sudaka *Stizostedion lucioperca L.* [Comparative analysis of immunophysiological parameters of blood of pike *Esox lucius L.* and pike perch *Stizostedion lucioperca L.*] / T. B. Lapirova, E. A. Flerova // Vestnik AGTU. Ser.: Ryibnoe hozyaystvo. – 2013. – # 1. – S. 140–145.
 8. Kudryavtsev A. A. Gematologiya zhivotnykh i ryib [Hematology of animals and fish] / A. A. Kudryavtsev, L. A. Kudryavtseva, T. I. Privolnev. – M.: Kolos, 1969. – 320 s.
 9. Yarzhombek A. A. Spravochnik po fiziologii ryib [Handbook of physiology of fish] / A. A. Yarzhombek. – M.: Agropromizdat, 1986. – 428 s.
 10. Shulman G. E. Printsipy fiziologo-biohimicheskikh issledovaniy godovykh tsiklov ryib [The principles of physiological and biochemical studies of annual fish cycles] / G. E. Shulman // Biologiya morya. Fiziologicheskie osobennosti vodnykh zhivotnykh v svyazi s temperaturoy sredy obitaniya. – Kiev: Naukova dumka, – 1978. – Vyip. 46. – S. 90–100.
 11. Nikolskiy G. V. O zonalnosti produktivnogo protsessa i bioticheskikh otnosheniyah v vodoemah [On the zonality of the production process and biotic relationships in water bodies] / Nikolskiy G. V. // Zool. Zhurnal. – 1967. – Vyip. 4. – S. 473–474.
 12. Amineva V. A. Gematologicheskaya karakteristika proizvoditeley kambalyi tyurbo (Psettamaxima L.) [Hematological characteristics of producers of turbot flounder (Psettamaxima L.)] / V. A. Amineva, G. G. Serpunin, L. V. Savina, E. V. Sementina // Ryibnoe hozyaystvo. – 2012. – # 6. – S. 54–56.
 13. Metallov G. F. Mnogoletniy monitoring fiziologicheskogo sostoyaniya osnovnykh vidov kaspyskikh osetrovyykh ryib [Long-term monitoring of the physiological state of the main species of Caspian sturgeon fishes] / G. F. Metallov, P. P. Geraskin, V. P. Aksyonov, O. A. Levina // Vestnik AGTU. Ser.: Ryibnoe hozyaystvo. – 2016. – # 1. – S. 88–95.
 14. Kuramshina N. G. Ekologo-fiziologicheskaya karakteristika ryib malyykh rek Yuzhnogo Urala [Ecological and physiological characteristics of fish of small rivers in the Southern Urals] / N. G. Kuramshina, E. E. Nurtidinova, A. D. Nazairov, G. D. Vinogradov, A. Yu. Matveeva, O. V. Bogatov // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2015. – # 4 (179). – S. 240–243.
 15. Kudryavtsev A. A. Gematologiya zhivotnykh i ryib [Hematology of animals and fish] / A. A. Kudryavtsev, L. A. Kudryavtseva, T. I. Privolnev. – M.: Kolos, 1969. – 320 s.
 16. Amineva F. A. Bioakkumulyatsiya tyazhelykh metallov (Cu, Cd, Zn, Pb) v myishtsah i organah plotvyi (Rutilus rutilus) [Bioaccumulation of heavy metals (Cu, Cd, Zn, Pb) in the muscles and organs of roach (*Rutilus rutilus*)] / F. A. Amineva, N. G. Kuramshina // IV mezhdunarodnaya NPK «Aktualnye ekologicheskie problemy». Sbornik nauchnykh trudov. – Ufa: izd-vo BirGSPA. – 2009. – S. 7–8.
 17. Vide supra.
 18. Kornienko G. G. Ekologicheskie aspekty biologii i reproduktivnoy [Ecological aspects of biology and reproduction] / G. G. Kornienko, A. A. Kozhin, S. P. Volovik, E. V. Makarov // – Rostov-na-Donu: Everest, 1998. – 238 s.
 19. Kornienko G. G. Fiziologo-biohimicheskaya karakteristika ryib Azovo-Chernomorskogo basseyna v usloviyah sovremennoy antropogonnoy nagruzki [Physiological and biochemical characteristics of the fish of the Azov-Black Sea basin under conditions of modern anthropogenic load] / G. G. Kornienko, S. I. Dudkin, S. G. Sergeeva, L. P. Ruzhinskaya, N. I. Tsema, L. A. Bugaev, A. V. Voykina // Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2017. – Vyip. 40. – S. 58–67.
 20. Schepkin V. Ya. Lipidnyy sostav syvorotki krovi i gonad stavridy i skorpeny v period sozrevaniya polovykh produktov i neresta [Lipid composition of blood serum and gonads of horse mackerel and scorpen during maturation of sexual products and spawning] / V. Ya. Schepkin, T. G. Sigaeva // Biologiya morya. Respublikanskiy mezhdunarodnyy sbornik Kiev: Naukova dumka. – 1978. – Vyip. 46. – S. 107–112.
 21. Kuzminova N. S. Sovremennyye svedeniya o pitanii i pischevarenii chernomorskoy skorpeny (*Scorpaenaporcus L.*) [] / N. S. Kuzminova, I. I. Chesnokova, S. V. Arhipova // Zhurnal «Ekosistemy», Krymskiy federalnyy universitet imeni V. I. Vernadskogo. – 2017. – Vyip. 10 (40). – S. 52–63.

Lezgova N. A., Sergeeva S. G., Voikina A. V., Bugaev L. A.

DYNAMICS OF DIAGNOSTIC INDICATORS OF BLOOD SERUM OF THE FEMALE OF THE AZOV FLOUNDER-KALKAN *SCOPHTHALMUS MAEOTICUS TOROSUS* (RATHKE, 1837) AT THE BEGINNING AND THE ENDING OF THE FEEDING PERIOD

Key Words: Azov Flounder-Kalkan *Scophthalmus maeoticus torosus*, blood serum, total protein, albumin, globulin, cholesterol, triglycerides, post-spawning period, feeding period.

Abstract: Biological material for analysis was collected during the accounting trawl surveys along the Sea of Azov in June and October 2018. The sampling dates corresponded to the post-spawning period and the end of the feeding period. The amount of total protein, albumin and globulins, cholesterol and triglycerides in blood serum was determined. A rather high heterogeneity of individuals was noted. In this regard, the intervals of optimal values of the content of the studied parameters were determined. In the post-spawning period after significant energy expenditures for oocyte maturation and spawning, the content of the studied components of the blood serum was low. At the end of feeding, the content of protein and triglycerides increased more than doubles, and the cholesterol content, on the contrary,

slightly decreased. The increase in protein occurs mainly due to albumin, which is subsequently spent in large quantities on the maturation of gonads. The low content of globulins in the protein fraction indicates their insufficient synthesis and a decrease in the protective adaptations of the fish organism in the spawning period. By the end of feeding, the processes of protein growth in intensity decrease slightly, yielding to the processes of fat accumulation, as evidenced by an increase of more than three times the fat content in muscle tissue. The shown difference in the content of the studied parameters in flounder from other fish species is due to the difference in the food supply of flounder and metabolic rate, but in general, the results are consistent with physiological norms for fish.

Сведения об авторах:

Лезговка Николай Алексеевич, младший научный сотрудник лаборатории прикладной физиологии и биохимии Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («Аз-НИИРХ»); д. 21б, ул. Береговая, Ростов-на-Дону, 344002

Сергеева Светлана Григорьевна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории прикладной физиологии и биохимии Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»); д. 21б, ул. Береговая, Ростов-на-Дону, 344002; тел. +7 (919) 881 81 69; e-mail: sgs1301@yandex.ru

Войкина Анна Владимировна, канд. биол. наук; заведующая лабораторией прикладной физиологии и биохимии объектов промысла и аквакультуры Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»); д. 21б, ул. Береговая, Ростов-на-Дону, 344002

Бугаев Леонид Анатольевич, канд. биол. наук; старший научный сотрудник, заведующий отделом генетики и здоровья рыб Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»); д. 21б, ул. Береговая, Ростов-на-Дону, 344002.

Author affiliation:

Lezgovko Nikolai Alekseevich, Junior Researcher of the Laboratory of Applied Physiology and Biochemistry of Fishing and Aquaculture Objects of the Azov-Black Sea Branch of the FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography» (ARSI) of the FSBSI «Azov Scientific Research Institute of Fisheries» (ASRIF); house 21b, Beregovaya str., Rostov-on-Don city, Rostov Region, Russian Federation, 344002

Sergeeva Svetlana Grigor'evna, Ph. D. in Biology, Senior Researcher of the Laboratory of Applied Physiology and Biochemistry of Fishing and Aquaculture Objects of the Azov-Black Sea Branch of the FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography» (ARSI) of the FSBSI «Azov Scientific Research Institute of Fisheries» (ASRIF); house 21b, Beregovaya str., Rostov-on-Don city, Rostov Region, Russian Federation, 344002; phone: +7 (919) 881 81 69; e-mail: sgs1301@yandex.ru

Voykina Anna Vladimirovna, Ph. D. in Biology, Head of the Laboratory of Applied Physiology and Biochemistry of Fishing and Aquaculture Objects of the Azov-Black Sea Branch of the FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography» (ARSI) of the FSBSI «Azov Scientific Research Institute of Fisheries» (ASRIF); house 21b, Beregovaya str., Rostov-on-Don city, Rostov Region, Russian Federation, 344002

Bugaev Leonid Anatol'evich, Ph. D. in Biology, Senior Researcher, Head of the Department of Genetics and Fish Health of the Azov-Black Sea Branch of the FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography» (ARSI) of the FSBSI «Azov Scientific Research Institute of Fisheries» (ASRIF); house 21b, Beregovaya str., Rostov-on-Don city, Rostov Region, Russian Federation, 344002